

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 05-129685

(43)Date of publication of application : 25.05.1993

(51)Int.Cl.

H01S 3/094

H01S 3/07

(21)Application number : 03-288681

(22)Date of filing : 05.11.1991

(71)Applicant : SUMITOMO ELECTRIC IND LTD

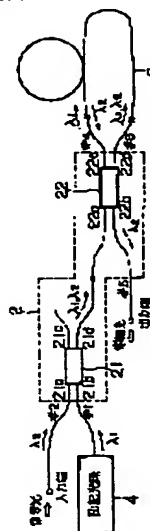
(72)Inventor : NISHIMURA MASAYUKI  
KASHIWADA TOMONORI  
SHIGEMATSU MASAYUKI

## (54) OPTICAL MULTIPLEXER/DEMULTIPLEXER AND OPTICAL FIBER AMPLIFIER

## (57)Abstract:

**PURPOSE:** To provide a bilateral excitation type optical fiber amplifier and an optical multiplexer/demultiplexer which lose less light and can be miniaturized by making first and second wave length light incident on first and second optical fiber couplers so as to supply first and second emitted light to the oppo site ends of an optical fiber amplifier.

**CONSTITUTION:** The excitation light with wave length  $\lambda_1$  made incident on a terminal #1 of an optical multiplexer/demultiplexer 2 is branched to terminals #3 and #4 so as to be made incident on an optical amplification fiber 6 to excite rare earth elements. The signal light with wave length  $\lambda_2$  made incident on a terminal #2 of the optical multiplexer/demultiplexer 2 enters into the optical amplification fiber 6 through the terminal 3. It is amplified by induced emission of the excited rare earth elements and taken out to outside through the terminal #5. At that time, since parts numbers are less and an optical amplification fiber, etc., can be directly connected to an optical fiber coupler, optical loss is significantly reduced. As a result, bilateral excitation type optical fiber amplifier and optical multiplexer/demultiplexer 2 which can be miniaturized can be provided.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(11)特許出願公開番号

特開平5-129685

(43)公開日 平成5年(1993)5月25日

(51)IntCl. <sup>5</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 1 S	3/094			
	3/07	8934-4M		
		8934-4M	H 0 1 S	3/094
				S

審査請求 未請求 請求項の数 3 (全 8 頁)

(21)出題番号 特願平3-288681

(22)出題日 平成3年(1991)11月5日

(71)出題人 000002130

住友電気工業株式会社

大阪府大阪市中央区北浜四丁目5番33号

(72)発明者 西村 正幸

神奈川県横浜市栄区田谷町1番地 住友電  
気工業株式会社横浜製作所内

(72)発明者 柏田 智徳

神奈川県横浜市栄区田谷町1番地 住友電  
気工業株式会社横浜製作所内

(72) 発明者 重松 昌行

神奈川県横浜市栄区田谷町1番地 住友電  
気工業株式会社横浜製作所内

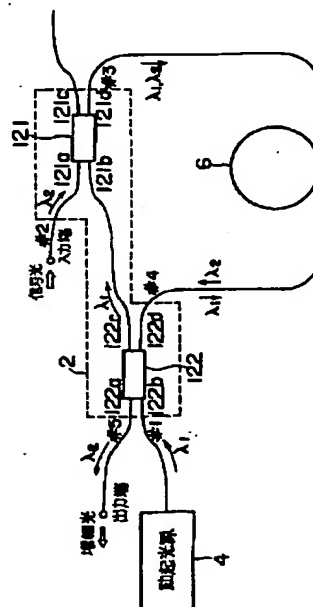
(74)代理人 弁護士 長谷川 芳樹 (外3名)

(54)【発明の名称】 光合分波器及び光ファイバ増幅器

(57) 【要約】

【目的】 光損失が少なく小型化可能な双方向励起型の光ファイバ増幅器。

【構成】 分波用および合波用の２個の光ファイバカプ  
ラからなる光合分波器２の端子＃１には、励起光源４が  
結合されてここからの励起光が入射する。光合分波器２  
の端子＃２には入力端からの信号光が入射する。光合分  
波器２の端子＃３、＃４には、希土類元素を添加した光  
増幅用ファイバ６の両端が接続される。この光増幅用フ  
ァイバ６の一方の端子＃３からは、上記合波用の光ファ  
イバカプラを交差した後に分波用の光フィルタを交差し  
た信号光が入射する。また、光増幅用ファイバ６の双方  
の端子＃３、＃４からは、上記合波用の光フィルタを直  
進した後に分波用の光フィルタで略１／２に分岐された  
励起光が入射する。光増幅用ファイバ６で増幅された信  
号光は、端子＃４、分波用の光ファイバカプラ、端子＃  
５を通過して出力端に出力される。



## 実施例のファイバ増幅器(2)

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 入射した第1及び第2の波長の光を合波する第1の光ファイバカプラと、

前記第1の光ファイバカプラによって合波された前記第1及び第2の波長の光のうち、該第1の波長の光の所定成分を第1の出射光として出力するとともに、該第1の波長の光の該所定成分の残りの成分と該第2の波長の光とを第2の出射光として出力する第2の光ファイバカプラと、

を備える光合分波器。

【請求項2】 入射した第1の波長の光の所定成分を第1の出射光として出力するとともに、該第1の波長の光の該所定成分の残りの成分を前記第1の出射光から分岐する第3の光ファイバカプラと、

入射した第2の波長の光と前記第3の光ファイバカプラによって分岐された前記第1の波長の光の前記所定成分の残りの成分とを合波して第2の出射光として出力する第4の光ファイバカプラと、

を備える光合分波器。

【請求項3】 前記第1の波長の光を発生する単一の励起光源と、

前記第1の波長の光によって励起された場合に、入射する前記第2の波長の光を増幅する光増幅用ファイバと、前記第1の出射光を前記光増幅用ファイバの一端に供給するとともに、前記第2の出射光を前記光増幅用ファイバの他端に供給する請求項1または請求項2のいずれか一項記載の光合分波器と、  
を備える光ファイバ増幅器。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、双方向励起型の光ファイバ増幅器等に用いる光合分波器とこれを用いた光ファイバ増幅器とに関する。

## 【0002】

【従来の技術】 図1は双方向励起型の光ファイバ増幅器の構成例を示す。一対の光合分波器を介して励起光源からの励起光を光増幅用ファイバに双方向から入射させる。この状態で信号光を光増幅用ファイバの左端から入射させると光増幅用ファイバの右端から増幅光が射出する。ここで用いている双方向励起は、雑音特性が良く変換効率が高い点で前方向励起や後方向励起よりも優れている。なお、前方向励起は雑音特性が良いが変換効率が低く、後方向励起は変換効率が高いが雑音特性は比較的悪い傾向をもつ。

## 【0003】

【発明が解決しようとする課題】 しかし、図1の双方向励起型の光ファイバ増幅器では複数の励起光源を用いているので、励起光のバランス調整等のため装置が複雑なものとなり、或いは励起光源部分のコストが増加してしまう。

【0004】 これを解決する方法として、図2のように単一の励起光源を分岐する双方向励起型の光ファイバ増幅器を考えることもできるが、部品数が増加することによって、小型化に不利となる、接続点が増加して光損失が大きくなる、コストが増加する等の問題が生ずる。

【0005】 そこで、本発明は、簡易で、光損失が少なく、かつ、小型化可能な双方向励起型の光ファイバ増幅器と、これに使用可能な光合分波器とを提供することを目的とする。

## 【0006】

【課題を解決するための手段】 上記課題の解決ため、本発明に係る第1の光合分波器は、(a)入射した第1及び第2の波長の光を合波する第1の光ファイバカプラと、(b)第1の光ファイバカプラによって合波された第1及び第2の波長の光のうち、第1の波長の光の所定成分を第1の出射光として出力するとともに、第1の波長の光の上記所定成分の残りの成分と第2の波長の光とを第2の出射光として出力する第2の光ファイバカプラとを備えることとしている。

【0007】 また、本発明に係る第2の光合分波器は、

(a)入射した第1の波長の光の所定成分を第1の出射光として出力するとともに、第1の波長の光の上記所定成分の残りの成分を第1の出射光から分岐する第3の光ファイバカプラと、(b)入射した第2の波長の光と第3の光ファイバカプラによって分岐された第1の波長の光の上記所定成分の残りの成分とを合波して第2の出射光として出力する第4の光ファイバカプラとを備えることとしている。

【0008】 さらに、本発明に係る光ファイバ増幅器は、(a)第1の波長の光を発生する単一の励起光源と、(b)第1の波長の光によって励起された場合に、入射する第2の波長の光を増幅する光増幅用ファイバと、(c)第1の出射光を光増幅用ファイバの一端に供給するとともに、第2の出射光を光増幅用ファイバの他端に供給する上記第1または第2の光合分波器とを備えることとしている。

## 【0009】

【作用】 第1の光合分波器の動作について説明する。第1の光合分波器の第1の光ファイバカプラに励起光源からの励起光である第1の波長の光と信号光源からの信号光である第2の波長の光とを入射させると、この第1の光ファイバカプラで第1及び第2の波長の光が合波される。これら第1及び第2の波長の光は、第2の光ファイバカプラによって、第1の波長の光の所定成分である第1の出射光と、第1の波長の光の上記所定成分の残りの成分と第2の波長の光とを合波した第2の出射光とに分岐される。例えば、この第1の出射光を光増幅用ファイバの一端に供給し、第2の出射光を光増幅用ファイバの他端に供給すれば、励起光である第1の波長の光を光増

幅用ファイバの両端から所定の比率で供給し、かつ、信号光である第2の波長の光を光増幅用ファイバの一端から供給することになる。

【0010】第2の光合分波器の動作について説明する。第2の光合分波器の第3の光ファイバカブラに励起光源からの励起光である第1の波長の光を入射させると、この第3の光ファイバカブラで、第1の波長の光がその所定成分である第1の出射光とその残りの成分とに分岐される。この残りの成分は、第4の光ファイバカブラによって、信号光源からの信号光である第2の波長の光と合波されて第2の出射光として出力される。例えば、この第1の出射光を光増幅用ファイバの一端に供給し、第2の出射光を光増幅用ファイバの他端に供給すれば、励起光である第1の波長の光を光増幅用ファイバの両端から所定の比率で供給し、かつ、信号光である第2の波長の光を光増幅用ファイバの一端から供給することになる。

【0011】また、本発明に係る光ファイバ増幅器では上記光合分波器を用いているので、光合分波器の作用の説明がそのまま成り立ち、単一の励起光源で双方向励起が可能になる。

【0012】

【実施例】以下、本発明の実施例の構成及び動作について、図3～5を参照しつつ簡単に説明する。

【0013】図3は、第1実施例に係る光ファイバ増幅器の構成を示す図である。2つの光ファイバカブラ21、22からなる光合分波器2の端子#1には、LD等から構成された励起光源4が結合され、この励起光源4からの波長 $\lambda_1$ の励起光が入射する。光合分波器2の端子#2には入力端からの波長 $\lambda_2$ の信号光が入射する。この場合、入力端と端子#2との間にアイソレータを介在させてもよい。光合分波器2の端子#3、#4には、希土類元素を添加した光増幅用ファイバ6の両端が接続される。この光増幅用ファイバ6には、端子#3側から信号光が入射し、端子#3、#4の双方から励起光が入射する。光増幅用ファイバ6で増幅された信号光は、端子#5を経て出力端に出力される。この場合、端子#5と出力端との間にアイソレータ、バンドパスフィルタ等を介在させることができる。光ファイバカブラとして、例えば融着延伸型のものを使用することができる。

【0014】具体的には、光増幅用ファイバとして、例えばErドープの石英系単一モードファイバを使用することができる。この場合、波長 $\lambda_1$ の励起光源として、例えば1.48 $\mu\text{m}$ のLDを使用することができ、信号光の波長 $\lambda_2$ を1.55 $\mu\text{m}$ とすることができる。

【0015】図4は、光合分波器2を構成する第1および第2の光ファイバカブラ21、22の光透過特性を示すグラフである。図4(a)は第1の光ファイバカブラ21の特性を示し、図4(b)は第2の光ファイバカブラ22の特性を示す。なお、実線は同一側のポートへの

透過率の波長特性を示し、点線は反対側のポートへの透過率の波長特性を示す。

【0016】第1の光ファイバカブラ21の場合、ポート21bに入射した波長 $\lambda_1$ の光のほとんどをポート21dに透過し、ポート21aに入射した波長 $\lambda_2$ の光のほとんどをポート21dに透過する。この結果、上下のポート21a、21bに入射した波長 $\lambda_1$ と波長 $\lambda_2$ の光が結合される。第2の光ファイバカブラ22の場合、ポート22aに入射した波長 $\lambda_1$ の光の約1/2をポート22dに透過し、残りの約1/2をポート22dに透過する。この結果、ポート21aに入射した波長 $\lambda_1$ の光が分岐される。さらに、ポート22aに入射した波長 $\lambda_1$ の光のほとんどをポート22dに透過し、ポート22cに入射した波長 $\lambda_2$ の光のほとんどをポート22bに透過する。この結果、ポート22a、22bに入射した波長 $\lambda_2$ の光がともに上下交換して出力される。

【0017】図3の光ファイバ増幅器の動作について簡単に説明する。光合分波器2の端子#1に入射した波長 $\lambda_1$ の励起光は、端子#3、#4に分岐されて光増幅用ファイバ6に入射し、希土類元素を励起する。光合分波器2の端子#2に入射した波長 $\lambda_2$ の信号光は、端子#3から光増幅用ファイバ6に入射し、励起された希土類元素の誘導放出によって増幅される。増幅された信号光は端子#5を経て外部に取り出される。この場合、部品数が少なく、かつ、光増幅用ファイバ等を直接光ファイバカブラに接続できるので光損失を極めて低減することができる。

【0018】図5は、図3の光ファイバ増幅器の光合分波器2の部分を変形した第2実施例の光ファイバ増幅器を示す図である。なお、図3の光ファイバ増幅器と同様の部分には同一の符号を付して説明を省略する。光合分波器102は、第3および第4の光ファイバカブラ121、122から構成される。第3の光ファイバカブラ121は、図3の第2の光ファイバカブラ22と同一の構造を有し、第4の光ファイバカブラ122は、図3の第1の光ファイバカブラ21と同一の構造を有する。

【0019】図5の光ファイバ増幅器の動作について簡単に説明する。励起光源4から端子#1を介して入射した第1の波長 $\lambda_1$ の励起光は、第3の光ファイバカブラ121に入射してここで1/2に分岐される。第3の光ファイバカブラ121で分岐された励起光の一方は、第4の光ファイバカブラ122によって、端子#2から入射した第2の波長 $\lambda_2$ の信号光と合波される。これら励起光および信号光は端子#3から出射する。一方、第3の光ファイバカブラ121で分岐された励起光の他方は端子#4から出射する。つまり、端子#3と端子#4に結合された励起光は、光増幅用ファイバ6を双方向から励起する。また、端子#3に結合された信号光は、光増幅用ファイバ6を通過して増幅された後、再び端子#4に入射する。この励起された信号光は第3の光ファイバ

カブラ121を逆方向に通過して端子#5から出射される。

【0020】本発明は、上記実施例に限定されるものではない。例えば光ファイバカブラとして、マルチコア型の光ファイバや研磨・接合型の光ファイバを使用することができる。

【0021】

【発明の効果】以上説明したように、本発明にかかる光合分波器では、上記第1および第2の光ファイバカブラに励起光である第1の波長の光と信号光である第2の波長の光とを入射させて、その第1の出射光を光増幅用ファイバの一端に供給し、その第2の出射光を光増幅用ファイバの他端に供給すれば、励起光である第1の波長の光を光増幅用ファイバの両端から所定の比率で供給し、かつ、信号光である第2の波長の光を光増幅用ファイバの一端から供給することになる。この結果、単一の励起光源で双方向励起が可能な光ファイバ増幅器であって、光損失が少なく小型化可能な双方向励起型の光ファイバ

増幅器を提供することができる。さらに、光ファイバカブラを用いて光合分波器を構成しているので、光合分波器を極めて小型で損失の少ないものとすることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】双方向励起型の光ファイバ増幅器の従来例の図。

【図2】図1の光ファイバ増幅器の改良案の図。

【図3】第1実施例に係る光ファイバ増幅器の構成図。

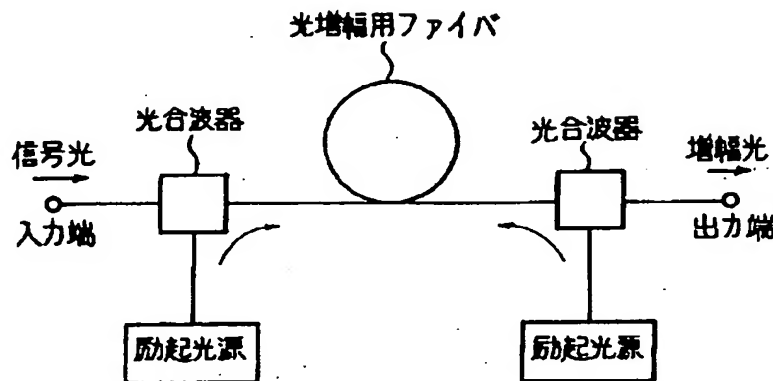
【図4】第1および第2の光フィルタ4の光透過反射特性の図。

【図5】第2実施例に係る光ファイバ増幅器の構成図。

【符号の説明】

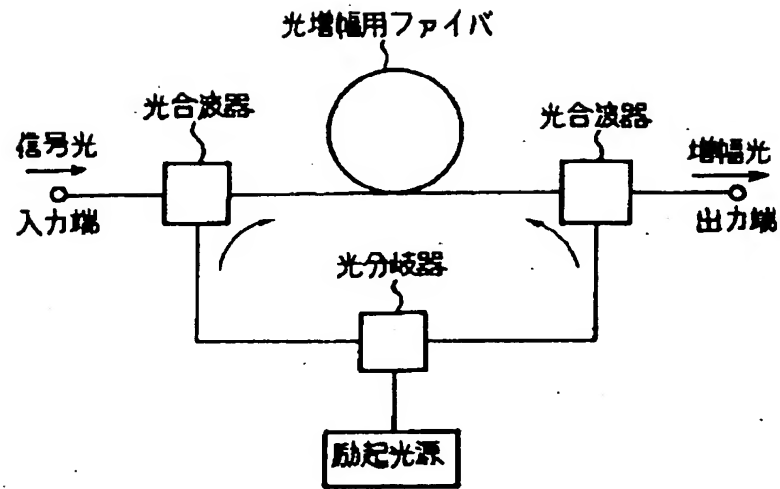
2…光合分波器、4…単一の励起光源、6…光増幅用ファイバ、21…第1の光ファイバカブラ、22…第2の光ファイバカブラ、121…第3の光ファイバカブラ、122…第4の光ファイバカブラ

【図1】



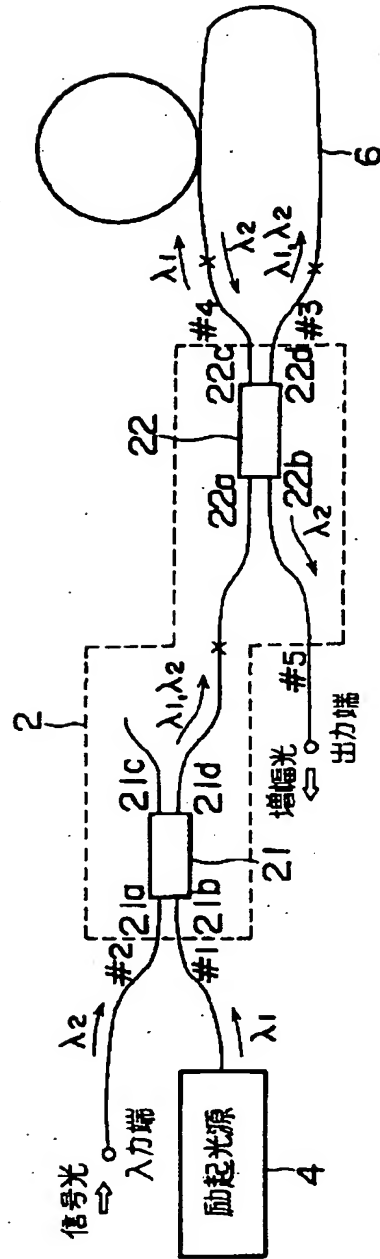
従来の光ファイバ増幅器

【図2】



従来技術の変形

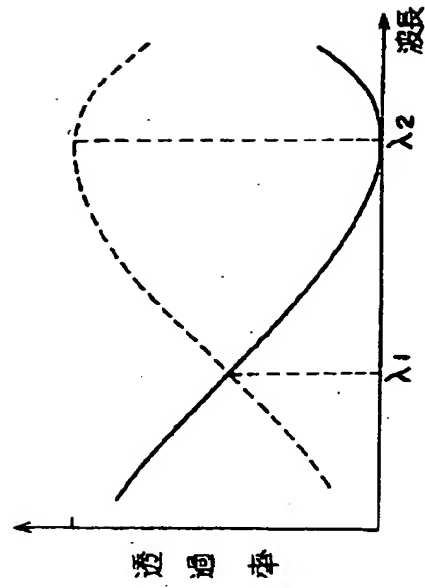
【図3】



実施例のファイバ増幅器 (1)

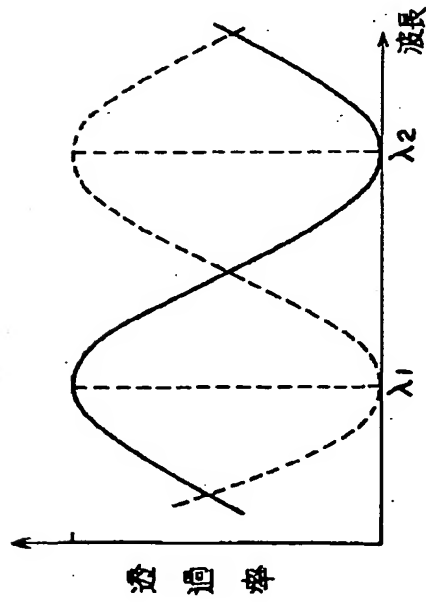
(7)

【図4】



(b)

第2の光ファイバコア

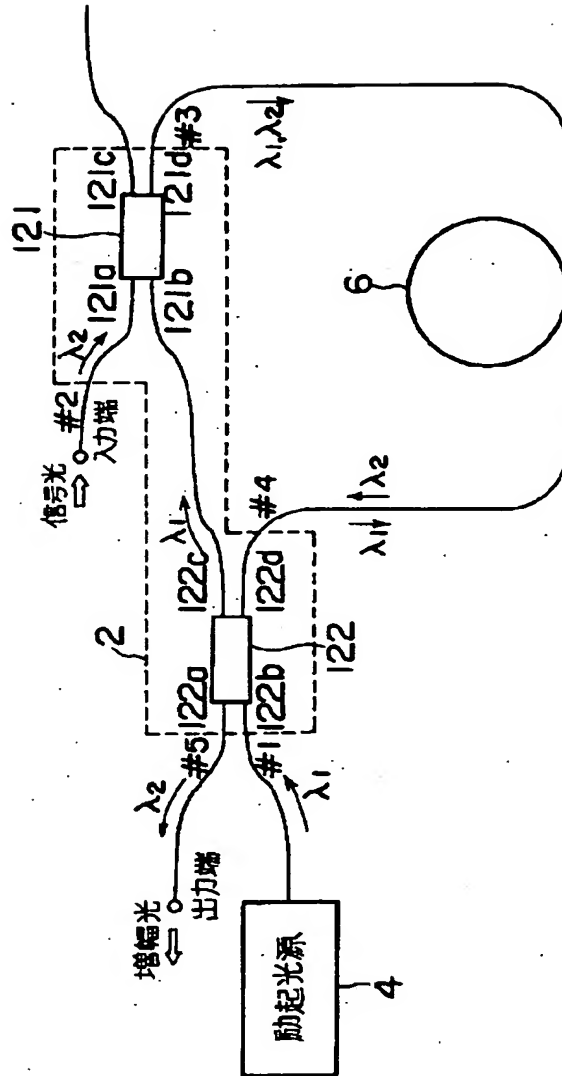


(a)

第1の光ファイバコア



【図5】



実施例のファイバ増幅器(2)